

気泡を含む粘弾性物質中の破砕波の伝播速度 : 発泡度・結晶度の影響

Fragmentation wave velocities in porous viscoelastic medium: Influences of vesicularity and crystallinity

市原 美恵[1], 中村 一輝[2], 高山 和喜[3]

Mie Ichihara[1], Kazuki Nakamura[2], Kazuyoshi Takayama[3]

[1] 東北大・東北アジア, [2] 東北大・院理・地学, [3] 東北大 流体研 衝撃波センター

[1] CNEAS, Tohoku Univ., [2] Inst. Min. Petro. Econ. Geol., Tohoku Univ., [3] Shock Wave Research Center, IFS, Tohoku Univ.

マグマの破砕が、火山噴火の形態やエネルギーを決める重要なプロセスであることは、すでに広く認識されている。特に、マグマ破砕の条件と、破砕の伝播速度を支配する物理過程の理解が、爆発的な火山噴火の数値モデルを確立する上で、不可欠な要素である。ところで、マグマの破砕という現象において、混相流としてのマグマ（メルト + 気泡 + 結晶）の持つ物理的性質が非常に重要な役割を果たしていることが、実際の噴火で放出された破砕物の観察やマグマ物性試験の結果により示唆されている。このように、複雑な物性が深く関与するような物理過程の定式化を、理論的考察や数値計算だけで行うことは難しい。そこで、本研究では、マグマの模擬物質を用い、圧力、発泡度、結晶度、浸透率の4つの条件を変化させて破砕事件を行い、破砕波の形成と伝播の様子を調べた。

シリコン粘弾性体(Dow Corning, 3179 Dilatant compound)は、顕著な粘弾性的性質を有する物質である。この物質をアクリルの管に詰めて、8時間ほど窒素の中で加圧し、気体を溶け込ませる。その後、ゆっくりと減圧すると、溶け込んだ気体が泡となって出てくる。膨らんで管端からはみ出した部分を切り落とし、管内に残った物質の質量と体積から、発泡度を決定する。発泡度は、加圧の圧力と減圧の速度により調節する。また、結晶を混入する場合には、最初の段階で、粘弾性物質と結晶(約0.5mm角の塩)を一緒に混ぜて、管に詰める。いくつかの実験では、浸透率を増加させるために、上記の方法で試料を作成したあと、管の軸に平行な縦穴を数本空ける。試料の入ったアクリル管を、そのまま衝撃波管下部に取り付ける。衝撃波管の下部と上部の間は、プラスチック膜で仕切られている。試料を含む下部をゆっくりと加圧し、上部は大気圧のままにする。隔膜を人工的に破ることにより、試料を急減圧する。試料の破砕の様子を高速度ビデオで撮影し、その映像から破砕面の伝播速度を計測する。また、実験終了後、衝撃波管低圧部のタンクから、できるだけ変形しないように破砕した試料を取り出し、その形態を観察する。得られた、破砕面伝播速度や破砕物の形態と、実験パラメータ(圧力、発泡度、結晶度、浸透率)との関係を定量的に評価する。それぞれの条件における浸透率の測定は難しいが、試料上方と底面に取り付けた圧力センサーのデータと、浸透流のモデル計算の結果の比較から、推定値を得る。

最近、天然のマグマを用いた破砕実験も、行われつつある(Spieler et al., 2003; Scheu et al., 2002)。そして、マグマ中の破砕の臨界圧力や破砕波伝播速度の圧力、発泡度、浸透率依存性が、室温、及び、高温(900度)状態で計測されている。本研究の結果と彼らの結果を比較し、破砕現象を支配する物理過程について議論を行う。